

ROUSSEAU
sur
UN PONT ROULANT

N.18

LE

ov.
anea

VITTORIO EM. III

3
2

FONDO PIZZOFALCONE



NAZIONALE

BIBLIOTECA

B. Prov.
Miscellanea

VITTORIO EM. III

C

53
362

NAPOLI

BIBLIOTECA PROVINCIALE

mis-b-53-362



Armadio

XXVII

Palchetto

Num.° d'ordine

131

1888

MÉMOIRE

sur

UN PONT ROULANT.

Les formalités exigées par la loi ont été remplies.

MÉMOIRE

SUR

UN PONT ROULANT

POUR

LES COMMUNICATIONS MILITAIRES

PAR

O. ROUSSEAU,

LIEUTENANT DU GÉNIE, RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE MILITAIRE.



PARIS.

CH. TANERA, ÉDITEUR,

LIBRAIRIE POUR L'ART MILITAIRE, LES SCIENCES ET LES ARTS,

Rue de Savoie, 6.

1865

Le problème des ponts mobiles militaires n'a pas encore reçu une solution satisfaisante. De tous les systèmes présentés jusqu'ici, aucun ne remplit les conditions exigées.

Examinons quels sont les inconvénients qui ont fait renoncer à l'emploi des différents systèmes de ponts mobiles, et pour qu'on ne nous suspecte pas d'une critique quand même dans le but de faire prévaloir un système, nous nous bornerons à citer textuellement les désavantages signalés par les auteurs compétents qui ont traité ce sujet complexe.

Les *ponts-levis à flèche et à bascule supérieure* ont le désavantage de montrer de loin leurs flèches, quand le pont est levé, en sorte que non-seulement l'ennemi peut les briser à coups de canon, mais qu'elles servent comme de télégraphe pour annoncer quand la communication entre les divers ouvrages est établie ou interrompue, ce qui n'est pas sans inconvénient, tant pour les sorties que pour le calcul du moment des attaques. De plus, lorsque le passage entre les remparts est voûté,

la hauteur à laquelle le contrepoids se place, et son volume obligent à porter aussi fort haut la naissance des voûtes, donc à donner à celles-ci une grande hauteur sous clef ou une très-petite flèche, ce qui ne se fait qu'aux dépens de la solidité, ou les expose davantage aux feux de l'ennemi; enfin, la rupture d'une chaîne ou d'une flèche entraîne la chute du contre-poids et peut occasionner de graves accidents, dont on a de nombreux exemples. L'équilibre ne tarde pas à s'altérer, quelque précision qu'on ait apportée dans le calcul, par l'inflexion des flèches, qu'aucun expédient ne peut entièrement prévenir. Le *frottement* devient parfois assez considérable pour ne pouvoir être vaincu que par le poids de plusieurs hommes, surtout lorsque le temps est humide et aux lieux où la manœuvre ne se fait pas fréquemment. Les flèches, au bout de peu d'années, se courbent sous l'effort exercé sur leurs extrémités, ce qui détruit toutes les conditions de l'équilibre, et vicie le calcul des forces exigées pour la manœuvre.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1859, pages 303 et suivantes.)

Les *ponts-levis à bascule inférieure* ne peuvent guère s'employer que sur les fronts à fossés secs; car souvent le niveau de l'eau empêcherait le mouvement du contre-poids. Il est fort difficile de soutenir le plancher au-dessus de la cage derrière l'essieu, car faire porter ce plancher sur le prolongement des longerons, en arrêtant le mouvement par des supports latéraux ou leviers coudés, dont la manœuvre doit précéder celle du pont, c'est s'exposer à voir les voitures tomber dans cette cage à la moindre négligence des hommes de garde; de plus, c'est subordonner le mouvement du pont à la manœuvre préparatoire des leviers coudés, autre désavantage, la rapidité de la manœuvre, en cas de besoin, étant une des conditions de la bonté d'un système de fermeture. Si on soutient le plancher au-dessus de la cage par des longerons *ad hoc*, ils ne pourront

être reliés pardevant, à moins de mettre la bascule en contre-bas, d'où naissent d'autres défauts graves que nous examinerons tout à l'heure, et l'ensemble aura fort peu de stabilité. Mettant la bascule en contre-bas, le centre de gravité du système ne coïncidera plus avec le centre de rotation, et le pont ne pourra être amené et maintenu dans une position rapprochée de la verticale qu'au moyen de l'application d'une grande force, le poids de la bascule agissant avec le poids du tablier, du même côté du point d'appui, pour le faire descendre. Veut-on placer le tourillon plus bas, pour rapprocher ainsi l'axe de rotation du centre de gravité, on est forcé de laisser en arrière de l'essieu une place vide, afin de rendre libre le mouvement de la partie de l'essieu supérieure au plan des tourillons, vide qu'on remplit alors au moyen d'une pièce mobile, dite *clef*, destinée à être enlevée ou repliée avant le lever du pont, et l'on retombe dans l'inconvénient de la manœuvre préparatoire; encore le déplacement des tourillons ne peut-il jamais être assez considérable pour détruire complètement le défaut signalé; enfin l'escarpe devant la cage doit être très-mince ou fort en saillie, pour que le mur n'arrête pas le mouvement de la bascule.

N'oublions pas une autre difficulté de construction, celle de donner une force suffisante aux longerons, malgré l'essieu qui les coupe, quand le prolongement des longerons sert de bascule, ou de placer les longerons et la bascule dans un même plan, sans trop affaiblir l'essieu, en y engageant toutes ces pièces à tenons et mortaises; et nous avons déjà vu le désavantage inséparable de la disposition du tablier et de la bascule dans des plans différents. Ces difficultés semblent invincibles, lorsqu'il s'agit des ponts-levis principaux devant les portes, et nous ne voudrions appliquer les bascules inférieures qu'aux communications entre les dehors, spécialement aux ponts sur palées, parce que là il n'est plus question de

cage à établir, qu'il n'est pas aussi important de ramener le tablier jusque contre le tableau, et qu'aussi l'équilibre est plus facile à obtenir. Pour manœuvrer les grands ponts, on place un engrenage de chaque côté; mais il est à observer que, si les hommes ne travaillent pas d'égale force, c'est-à-dire, n'impriment pas une vitesse égale aux roues, le mécanisme recevra des secousses très-préjudiciables à sa durée, tandis que, lorsque la force n'est appliquée que d'un côté, son effort tend à faire gauchir la bascule, ce qui déplacerait le centre de gravité et troublerait l'équilibre de tout le système. Enfin, on ne doit pas perdre de vue qu'on perd en vitesse ce qu'on gagne en force, et la rapidité éventuelle de la manœuvre n'est nullement indifférente.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1850, pages 308 et suiv.)

Dans les ponts *tournants* la surface exposée aux feux verticaux est très grande; la moindre avarie met le pont hors de service; la manœuvre doit se faire à découvert, défauts dont les suites pourraient être de la plus grande conséquence, si ces ponts se trouvaient sur les communications principales d'une forteresse attaquée par un ennemi entreprenant.

Les *ponts roulants supportés par des roulettes* et les *ponts à tourillons mobiles* sont rendus trop facilement fixes, par un dérangement de leur manœuvre compliquée.

Les *ponts à bascule extérieure* exposent à trop de dangers les voitures en temps ordinaire pour qu'on puisse les appliquer à des portes de ville.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1850, pages 311 et suiv.)

Le *pont-levis de Bédidor* présente, comme tous les ponts-levis, de grandes difficultés, pour ne pas dire une impossibilité, d'équilibration. De plus, les contre-poids à droite et à gauche du passage n'étant pas solidaires, si, par une application

inégal de force, ou par vétusté, le pont vient à gauchir, le mouvement des deux contre-poids ne se fera plus également, et il naîtra des *frottements* latéraux qu'on aura beaucoup de peine à vaincre.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition Bruxelles 1850, pages 315 et suiv.)

Si la machine remplit, sous beaucoup de rapports, dit *Poncelet*, les conditions requises dans l'établissement des ponts-levis, elle ne les remplit nullement sous celui de la facilité de la manœuvre : l'expérience a d'ailleurs obligé les ingénieurs à rejeter le système proposé par *Bélidor*, d'après la presque-impossibilité de tracer la courbe du contre-poids de manière qu'il y ait constamment équilibre.

D'une autre part, on n'a pas tenu compte du poids des chaînes, bien que ce poids produise des altérations d'équilibre qui nécessitent de la part du moteur un surcroît d'effort équivalent au moins à celui que pourraient exercer deux hommes réunis. Enfin, la manœuvre des rouleaux est difficile, dangereuse même si l'on suppose les hommes appliqués immédiatement à ces rouleaux, auquel cas, vu leur grand nombre, ils manqueraient de la place nécessaire, et se gêneraient mutuellement sans pouvoir exercer de grands efforts dans le sens des chaînes.

(*Poncelet. Traité de Mécanique appliquée aux machines*. Liège 1845, page 664.)

Et dans un article remarquable sur les ponts-levis en général, *Poncelet* ajoute : Plusieurs causes contribuent à rendre défectueux le pont à sinusoïde de *Bélidor* : 1^o on suppose que la poulie antérieure est réduite à un point mathématique, ce qui s'écarte notablement de la vérité; 2^o on suppose les chaînes constamment tendues, ce qui n'a lieu sensiblement que pour la partie extérieure et non pour l'autre partie, puisque la tension y diminue à mesure que cette partie s'allonge; or il en

résulte une inflexion qui déplace le contre-poids sur la courbe et occasionne des ballottements considérables dans le système.

(Poncelet, *Mémoires de l'Officier du Génie*, 2^e édition, Liège 1845, page 87.)

Dans le *pont-levis à la Dobenheim*, l'équilibre n'existe que dans deux positions; dans toutes les autres il sera rompu, tantôt en faveur du poids, tantôt en faveur de la résistance, d'où doivent résulter des accélérations et des ralentissements du mouvement et des déperditions de force. Le *frottement* sur la poulie est énorme, puisque le tablier et le contre-poids pèsent également sur son axe; le contre-poids, vu le mode défavorable d'application, doit être plus grand qu'avec la sinusoïde, enfin le poids des chaînes d'attache n'est pas considéré dans les conditions d'équilibre. Les ponts-levis à chaîne donnent lieu à des *frottements* et à des résistances considérables, provenant : 1^o du *frottement* qui s'exerce à l'articulation ou au point de contact de deux chaînons successifs; 2^o du *frottement* produit par la pression de chaque chaînon sur la partie antérieure de la gorge de la poulie, à l'instant où, l'une de ses extrémités venant à se poser sur cette gorge, l'autre continue à tourner jusqu'à ce que le chaînon s'y trouve appliqué en entier; ensuite la variation de longueur des bras de levier, de la puissance et de la résistance, appliquées aux deux extrémités de la chaîne, provenant de ce que les maillons ne sont pas infiniment petits et forment naturellement un polygone autour de la gorge de la poulie; et enfin, l'effet de renversement des chaînes sur la poulie, qui se fait tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et qui produit des chocs et des soubresauts très-propres à diminuer les forces vives du système.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1850, pages 316 et suiv.)

Dans l'exécution d'un *pont-levis à la Delille*, si on fait l'essieu en fer, afin d'avoir moins de poids à partager entre les deux

eylindres et d'obtenir une courbe plus rapprochée de la courbe géométrique, quelques précautions qu'on prenne, l'essieu fléchit sous son propre poids et sous celui des poulies de manœuvre. Dès-lors celles-ci s'écartent du plan vertical, tandis que la partie libre des chaînes de manœuvre continue à affecter cette position, les chaînes tendent incessamment à sortir des poulies, et lorsque cet accident arrive, la manœuvre devient fort difficile. D'un autre côté, il est fort intéressant que les eylindres qui roulent sur les courbes aient un petit rayon, car l'équation d'équilibre repose sur l'hypothèse que le contre-poids est un point matériel, et la courbe réelle s'écartera d'autant moins de la courbe géométrique, que le rayon de la roulette sera plus petit. Et plus l'essieu sera pesant, moins il faudra y ajouter pour compléter le contre-poids. — Les poulies et les chaînes de manœuvre étant entraînées par le mouvement des contre-poids, et descendant avec eux, les chaînes traînent dans la boue vers la fin du mouvement, elles se rouillent, par leur raideur elles tendent à sortir des poulies, tandis que les hommes ne savent plus où mettre les mains.

(Laurillard, Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1850, pages 322 et suiv.)

Vers la fin de l'ascension du tablier, les chaînes des poulies de manœuvre pendent à terre dans la boue des ruisseaux qui accompagnent la chaussée du passage et diminuent le poids des rouleaux. Les hommes sont obligés, à ce même instant, d'abandonner ces chaînes pour s'appliquer, d'une manière assez désavantageuse, aux poulies et à l'axe du treuil. La manœuvre présente tout autant de danger que celle du pont à flèches, puisqu'une chaîne du pont venant à casser, le rouleau se précipite le long de sa courbe ou même la quitte entièrement, sans qu'il y ait aucun moyen d'éviter l'accident.

(Poncelet, *Traité de Mécanique appliquée aux machines*, Liège 1845, page 666.)

Ce système exige l'ouverture de larges créneaux pratiqués aux montants de la porte pour le passage des grandes barres; l'étendue en longueur qu'exigent en arrière de ces montants les courbes du contre-poids, empêche qu'on puisse appliquer ce pont-levis à certaines communications des places de guerre. On est obligé de remplacer les lisses et sous-lisses, qui accompagnent de part et d'autre le tablier du pont, par des gardes-fous mobiles, et qui s'enlèvent avant ou pendant la manœuvre même.

(Poncelet, *Traité de Mécanique appliqué aux machines*, Liège 1845, page 671.)

La manœuvre de pont-levis, inventée par le capitaine du génie *Derché*, a les désavantages inhérents aux ponts à chaînes et à poulies.

Les inconvénients du pont-levis à la *Derché*, et notamment les sujétions et incertitudes de toute espèce que présentent la construction et le calcul des diverses parties du mécanisme, font renoncer à son usage dans tous les cas où il s'agit de l'établissement de pont-levis dont le tablier pèserait au-delà de 1500 à 2000 kilogrammes.

(Poncelet, *Traité de Mécanique appliquée aux machines*, Liège 1845, page 681.)

Le mécanisme proposé par le colonel du génie *Poncelet* est sujet à beaucoup d'inconvénients. L'exécution de la chaîne à masselottes, ainsi que le placement des poulies et des chaînes, exige une précision difficile à obtenir pour éviter des *frottements* et des arc-boutements qui rendraient le mouvement ultérieur impossible; la rouille et la poussière suffisent pour produire le même effet, si les chaînes ne sont pas soigneusement renfermées et les ponts manœuvrés tous les jours. De plus, la sujétion du travail élève le prix du contre-poids et rend ce genre de ponts-levis fort cher.

(Laurillard-Fallot, *Cours d'Art Militaire*, 2^e édition, Bruxelles 1850, pages 327 et suiv.)

La qualité essentielle d'un pont mobile est la mobilité, et c'est précisément cette qualité qui manque à tous les ponts militaires que nous venons de citer. Ils sont ingénieux, solides, à l'abri de la bombe, etc., etc., mais d'une manœuvre extrêmement difficile.

Sans avoir égard aux divers inconvénients qui viennent d'être signalés pour chaque système, nous en retrouvons un inhérent à tous, ce sont les *frottements*. Le problème à résoudre consiste donc, non pas à supprimer, ce serait une utopie, mais à réduire autant que possible cette résistance.

Les différents systèmes de ponts roulants reposent sur l'emploi de roues ou de galets ou même de poulies sur lesquelles pèse le pont de tout son poids. Ces roues, galets ou poulies se meuvent autour d'un essieu mobile soit avec le pont, soit autour de son axe. C'est cet essieu qui cause la difficulté que l'on éprouve à faire mouvoir le pont.

En effet, sous l'action d'une forte charge un essieu est exposé à se gauchir. — Première cause d'immobilité.

La boîte d'essieu tourne autour de son essieu; indépendamment du frottement du roulement à la circonférence de la roue il y a à l'axe un frottement de glissement. — Deuxième cause d'immobilité.

Pour diminuer autant que possible la résistance due au frottement du tourillon sur ses coussinets, on a été conduit à l'emploi des substances grasses. Au bout de peu de temps, les matières grasses forment cambouis. — Troisième cause d'immobilité.

On est donc porté tout naturellement à supprimer ces causes d'immobilité, savoir les essieux. S'il n'y a pas d'essieux, plus de gauchissement possible, plus de frottement de glissement, plus de cambouis, le frottement de roulement remplace le frottement de glissement.

Le rapport du frottement de glissement à la pression, est pour

les tourillons en fer sur coussinets en bronze, en moyenne 0,16. — (Poncelet, 207.)

Le rapport du frottement de roulement à la pression, pour des roues en fonte sur des ornières horizontales et plates, est de $\frac{1}{60}$ ou 0,0167, c'est-à-dire que, en supposant le poids à supporter égal de part et d'autre, l'effort à vaincre dans le premier cas est encore dix fois aussi considérable que dans le second. Donc substituer le roulement au glissement, c'est réduire la résistance au $\frac{1}{10}$ de sa valeur. Tel est le problème que nous croyons résolu au moyen d'un pont dont voici la description.

Le pont à établir a une largeur de 8^m00. Le parement de la culée est distant de 3^m50 du parement de la première pile.

Le pont se compose d'un tablier reposant sur cinq longerons. Un trottoir de 1^m30 règne de chaque côté. Le longeron de rive a son axe à 1^m50 du bord extérieur du trottoir, de sorte que les longerons, qui ont un équarrissage de 30/25, sont distants de 1^m25 d'axe en axe; c'est-à-dire, qu'il reste 1^m00 de longeron à longeron. Voyons quelle épaisseur nous devons donner au tablier pour recouvrir cette portée de 1^m00.

Le poids maximum des voitures appelées à rouler sur le pont est de 5,000 kilog. Admettons le cas le plus défavorable, où une roue de la voiture roule exactement au milieu entre deux longerons.

Les voitures pesant 3000 kilog. sont à quatre roues. La pression exercée par une roue est donc de 1250 kilog. Le madrier qui reçoit la pression de la roue est véritablement une pièce horizontale posée sur deux appuis et chargée en son milieu d'un poids. Dans ces circonstances, nous avons la formule (Demanet, *Cours de Construction*, page 400, § 575) :

$$\frac{P L}{4} = \sigma$$

dans laquelle P représente le poids, ici 1250 kilog.; L la distance entre les appuis 1^m00; σ le moment de rupture.

Remplaçant les lettres par leur valeur dans l'exemple particulier qui nous occupe :

$$\sigma = \frac{1250 \times 1,00}{4} \\ = 312,50.$$

En donnant aux madriers qui composent le tablier une largeur de 0^m20, la hauteur ou l'épaisseur à leur donner est indiquée par la formule :

$$\sigma = \frac{R \times a b^3}{6}$$

dans laquelle R est la limite des charges permanentes (1), A la largeur du madrier, et B sa hauteur; d'où :

$$312,50 = \frac{R \times 0,20 b^3}{6} \\ b^3 = \frac{6 \times 312,50}{R \times 0,20}$$

Pour le chêne de bonne qualité :

$$R = 1000000$$

(Demanet, *Cours de Construction*, page 458.)

D'où :

$$b^3 = \frac{6 \times 312,5}{1000000 \times 0,2} \\ = 0,009375 \\ b = 0,0968$$

et

(1) Voir le rapport de la Commission instituée en Angleterre, traduit par M. Busche, inspecteur général des Ponts-et-Chaussées, inséré dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1851, 1^{er} semestre.

Et le *Cours de Mécanique appliquée*, professé à l'Ecole impériale des Ponts-et-Chaussées par M. Bresse, page 374.)

Nous avons donné aux madriers 0^m06 d'épaisseur, et nous les avons recouverts d'un faux tablier de 0^m04 d'épaisseur, cela nous donne un tablier de 0^m10.

Les longerons, sur une portée de 3^m50, ont à supporter la charge permanente du poids du tablier et du faux tablier, et la charge accidentelle des voitures qui circulent sur le tablier; le moment de rupture est :

$$\sigma = \frac{PL}{4} + \frac{pL^2}{8}$$

Dans cette formule, P est le poids accidentel (le poids accidentel est au maximum de 5000 kilogr., répartis sur deux longerons, soit 2500 kilogr. par longeron); L la distance entre les appuis et p la charge par unité de longueur.

Le tablier a une largeur de 8^m00, une longueur de 3^m50 et une épaisseur de 0^m10. Son cube est de 2,800. Supposons le tablier et le faux tablier de chêne, dont la densité est de 1.170; leur poids sera de 3276 kilogr.; la pression exercée sur chaque longeron 655 kilogr.; la pression par mètre courant de longueur ou p, 187 kilogr.

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{2500 \times 3,5}{4} + \frac{3,5^2 \times 187}{8} \\ &= 2187,5 + 286,34 \\ &= 2473,84 \text{ kilogr.}\end{aligned}$$

Or

$$\sigma = \frac{R a b^2}{6}$$

d'où

$$\frac{2473,84 \times 6}{1000000 \times 0,25} = b^2$$

En donnant 0,25 de largeur aux longerons :

$$\begin{aligned}b^2 &= 0,05937216 \\ b &= 0,244\end{aligned}$$

Nous avons donné aux longerons une hauteur de 0^m30, ce qui est d'autant mieux suffisant que leur face inférieure est garnie d'un rail cylindrique dont nous parlerons plus loin, et qui contribue à augmenter leur solidité.

La tête des longerons, vers la pile, est encastrée dans une pièce de bois de même équarrissage et servant à les maintenir à leurs distances respectives. Deux bandes de fer boulonnées sur les longerons et noyées dans le tablier suivant ses diagonales rendent tout le système solidaire et empêchent le hlement du pont pendant la manœuvre, si la résultante des efforts exercés pour faire mouvoir le pont ne passait pas par son centre de gravité.

De petits longerons en double T en fer étiré, boulonnés sur le longeron de rive et son voisin, supportent deux sablières boulonnées sur leurs rebords, et sur lesquelles est cloué le tablier du trottoir. La partie inférieure des longerons de fer ne dépasse pas le dessous du tablier.

En examinant la figure, on voit aisément que, sauf les longerons, rien ne descend en-dessous de la face inférieure du tablier.

A la partie postérieure du tablier, les madriers sont entaillés sur leur épaisseur, de façon à pratiquer une rampe de 0,60 de long sur toute la largeur du pont. Sur toute l'étendue de la rampe, le tablier est recouvert par une plaque de tôle gaufrée. L'épaisseur de cette plaque nous est donnée par la formule :

$$\begin{aligned} b^2 &= \frac{6 \times 312,5}{0,6 \times 7000000} \\ &= 0,00044643 \\ &= 0,0211 \end{aligned}$$

Une épaisseur de 0,023 n'inspirera donc aucune inquiétude.

Sur la face inférieure du longeron est boulonné un rail de fer étiré dont le dessous affecte la forme cylindrique. Les rails

reposent sur une série de sphères creuses de fonte roulant dans un auget cylindrique, semblable à l'auget supérieur. Le rail inférieur est encastré et scellé dans une pierre de taille s'appuyant sur un dé en maçonnerie.

Lorsque l'on veut intercepter la circulation, on se saisit de deux poignées attachées au 2^e et au 4^e longeron, et l'on exerce une traction en arrière. L'effort de cette traction se transmet par le frottement de roulement aux sphères, qui se mettent en marche entre leurs augets. Calculons quel peut être l'effort à vaincre pour mouvoir tout le système.

Le frottement étant indépendant de la surface, nous pouvons considérer le pont comme reposant de tout son poids sur une seule sphère, la résistance à vaincre sera la même que si nous cherchions la somme des effets à exercer sur tous les boulets.

Voyons d'abord le poids du pont :

Tablier	7020	kilog.
Longerons	2632,3	»
Entretoise extrême	373	»
Rails supérieurs	4000	»
80 sphères	600	»
		14637,3 kilog.

soit 15000 kilog.

La valeur de frottement de roulement est donnée par la formule :

$$\begin{aligned}
 F &= 2 A \frac{P}{D} \\
 &= 0,0035 \times 2 \times \frac{15000}{0,25} \\
 &= 420 \text{ kilog.}
 \end{aligned}$$

Le pont se meut avec une vitesse double de celle des sphères; il décrit un chemin double dans le même espace de temps. Si l'on s'était borné à mettre des sphères dans l'auget inférieur à

la partie comprise entre la eulée et l'extrémité du pont, quand on aurait intercepté la communication, le pont devrait parcourir une longueur de 3^m75. Les sphères 1^{re}875. Donc 1^{re}875 du pont seraient sans appui. Pour obvier à cet inconvénient, si on place en arrière du pont des sphères sur lesquelles le pont, dans sa marche, puisse venir prendre appui, les sphères immobiles peuvent être rencontrées par celles en mouvement; de là des arc-boutements et des frottements qui augmenteraient beaucoup l'effort à vaincre.

En effet, lorsque deux boulets viennent à se joindre, la face postérieure du premier est animée d'un mouvement ascensionnel qu'elle tend à communiquer à la face antérieure du second, en vertu du contact et du frottement produit. Mais ce mouvement ascensionnel de la face antérieure du second se traduit sous l'auget par un mouvement en sens inverse de celui de l'auget, c'est-à-dire en causant un frottement de glissement très-violent.



On évite ce désavantage en perçant chaque sphère d'un œil circulaire. Par cet œil de chaque boulet passe une tige cylindrique ayant un très-grand jeu dans l'œil. Toutes ces tiges sont réunies pour un même rail par une bande de fer qui fait participer au mouvement du pont les billes qui ne sont pas encore en contact avec lui. On a ainsi l'avantage de tenir tous les boulets à la même distance les uns des autres.

Le pont est établi de façon que la chaussée vient effleurer au-dessous du tablier. Nous avons vu tantôt que, entre les longerons, rien ne dépassait ce plan. La différence de niveau

entre la chaussée et le tablier, provenant de l'épaisseur de ce dernier, est rachetée par la rampe recouverte de tôle, pratiquée dans cette épaisseur. Lorsque le pont se meut en arrière, les longerons et leur système de boulets et de rails s'engagent dans des rainures pratiquées dans la chaussée; le tablier passe au-dessus du pavé. Lorsque la communication est rétablie, des madriers recouvrent ces rainures en s'appliquant sur les bords d'une boîte de fonte formant la paroi de la rainure.

Ces madriers peuvent être consolidés par des bandes de fer transversales, boulonnées sur le bois.

La partie inférieure antérieure des longerons est garnie d'une plaque de cuivre qui, lorsque le pont est fermé, vient reposer sur une plaque correspondante de fer encastrée dans la pierre de heurtoir; ceci dans le but de diminuer le frottement, lorsqu'on met le pont en mouvement. Dans le même but le dessous du longeron est taillé en biseau, et la pierre, support de longeron, a sa face supérieure inclinée.

Il pourrait arriver que, par suite d'un repos trop long et sous l'action de charges considérables, les boulets s'incrassassent dans leur auget, ou bien s'aplatissent. Aussi les sphères sont de fonte alésées et les augets ont leur surface aciérée.

En Hollande on a adopté, pour les nombreux canaux qui sillonnent ce pays, un système de pont roulant reposant sur le même principe que le pont à boulets : le frottement de glissement y est remplacé par le frottement de roulement. Aux sphères sont substitués des cylindres roulant sur des rails plats. Les cylindres, au lieu d'être réunis entre eux le long d'un même rail, sont réunis par un essieu placé suivant la largeur du pont. Ce système présente des inconvénients assez graves. Il est fort difficile, dans la construction du pont, de placer les roues verticales, ce qui est cependant indispensable à la manœuvre. Car la moindre inclinaison en dehors de la verticalité occasionne des frottements latéraux contre les rails

inférieurs et supérieurs. Le poids du pont tend à augmenter de plus en plus cette inclinaison, qui s'accroît encore sous l'action des secousses causées par les charges qui passent sur le tablier.

Du reste, si l'on était parvenu à obtenir une verticalité parfaite lors de la pose, le moindre gauchissement des longerons et du tablier la détruit et l'on retombe dans les inconvénients énumérés plus haut.

Pour le pont à boulets, le gauchissement n'a d'autre résultat que de faire rouler le boulet sur une paroi latérale au lieu de la paroi inférieure. D'un autre côté, le poids du pont et toutes les charges qui le traversent, tendent à remettre le boulet dans sa position primitive. Il y a entre les deux systèmes la distance qui sépare l'équilibre stable de l'équilibre instable.

Pour éviter cet inconvénient, on a relié les roues roulant parallèlement à la même hauteur sur les différents rails, par un essieu de fer régnant sous le pont dans toute sa largeur. On a formé ainsi un chariot reposant sur quatre quatuors de roues. Ce remède présente un autre inconvénient : si, par suite de choc ou de gauchissement, le pont ne presse pas également sur tous les systèmes de roues, lorsqu'on met le pont en mouvement, les roues les plus pressées se meuvent avec une vitesse égale à la moitié de celle du tablier. Les moins pressées ont une vitesse plus faible qui peut même, si le gauchissement est fort, se réduire à zéro. L'essieu, reliant les roues d'un même système, tend à s'écarter de la perpendiculaire aux rails, et, devenant trop court, attire lors de la verticale la roue immobile. De là frottement, faussement de l'axe et même chute de la roue en bas du rail.

Une des plus grandes causes d'immobilité pour les ponts mobiles réside dans la poussière. Il n'y a pas moyen de supprimer la poussière; il n'y a pas moyen de l'empêcher d'entrer dans le système de manœuvre, quel qu'il soit. — On ne

peut pas mettre un pont sous verre. Le seul parti à prendre, c'est donc de la rendre la moins gênante possible et de faciliter son expulsion.

Ce résultat a été obtenu. En effet, l'auget cylindrique inférieur est préservé de la poussière, qui tamise à travers le tablier du pont, par l'auget supérieur. La seule poussière qui pourrait s'opposer au mouvement des sphères serait donc apportée par le vent, c'est-à-dire, extrêmement tenue. En temps de paix, elle n'est pas un mal; le pont n'en est que mieux calé. En temps de guerre, un homme, au moyen d'une brosse, peut facilement enlever une poussière aussi fine, en s'introduisant dans l'espace laissé vide entre le dessous du tablier et le fond de la cage. Le travail peut être fait aussi souvent qu'il y aura de la poussière.

Quant à l'encrassement des rainures, on l'enlève en retirant les madriers qui les recouvrent et en balayant simplement l'intérieur.

On pourrait reprocher à la rampe recouverte de tôle d'être susceptible de devenir trop glissante, surtout pour un passage fréquenté et de ne pas offrir une prise suffisante au pied des chevaux. Cette objection fort sérieuse perd cependant de sa valeur devant le peu d'étendue (0^m 60) de la plaque de tôle. Cependant elle peut être évitée en continuant le tablier horizontalement jusqu'à la chaussée. Une rampe de bois mobile autour d'une charnière, placée sur la surface du tablier, rachèterait la différence de niveau provenant de l'épaisseur du tablier. Avant de faire la manœuvre, on soulèverait la rampe et on la rabattrait sur le tablier. Cette rampe pèserait 190 kilog. L'effort initial à vaincre pour la faire tourner autour de sa charnière serait donc de 95 kilog.

Un autre moyen d'obvier à l'inconvénient de la rampe serait d'appliquer le système de roulement sur sphères au pont roulant à tiroir. Ici le pont se compose de trois parties, dont

le tablier est au niveau de la chaussée. La partie postérieure se divise en deux suivant l'axe. Quand on veut faire la manœuvre, les deux parties postérieures s'écartent, se retirent latéralement et la partie antérieure vient se loger entre elles, dans l'espace qu'elles occupaient précédemment. Le désavantage de ce système résiderait dans la manœuvre préalable nécessitée par le retraitement latéral des ponts postérieurs, et surtout dans le surcroît de dépense que cette construction apporterait. La dépense serait presque augmentée de moitié.

Simplicité, solidité, économie et au besoin rapidité dans la manœuvre, dit Laurillard-Fallot, dans son *Cours d'Art Militaire*, voilà les qualités qu'une bonne manœuvre de pont-levis militaire doit nécessairement présenter. Et moins le mécanisme à l'aide duquel on les obtient, occupera d'espace, plus il sera recommandable. Sous ce rapport, nous croyons avoir pleinement satisfait à toutes les conditions exigées, dans le pont dont nous venons de donner une description succincte.

Ce système ne présente du reste aucune idée neuve; il n'est que l'application à un mouvement rectiligne alternatif du moyen employé pour un mouvement rectiligne continu dans le transport, à Saint-Petersbourg, de l'énorme rocher de granit qui sert de piédestal à la statue de Pierre-le-Grand.

(*Art de bâtir*, par Rondelet, transport de fardeaux. — Demanet, *Cours de Construction*, page 167.)

Seulement un dispositif spécial empêche le contact des boulets, et par conséquent leur arc-boutement.

Voici, d'après l'appréciation de Ponclet, dans son *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, les qualités que doit posséder un système de pont mobile :

1° Tout le système doit présenter le degré de solidité et de sûreté nécessaire pour ne faire craindre de danger en aucun

instant ni pour aucune de ses positions; il doit par conséquent être construit en matériaux solides et durables;

2° Il doit présenter la plus grande mobilité possible, sous le rapport de la manœuvre, de façon qu'un petit nombre d'hommes suffise pour intercepter et rétablir la communication;

3° Les pièces qui composent la manœuvre, celles qui sont destinées à mettre le tablier en équilibre, ne doivent pas embarrasser le passage, soit en avant, soit en arrière des pieds droits de la porte; en outre, l'étendue horizontale du vide laissé par le tablier, quand la communication est interrompue, doit être la plus grande possible, eu égard aux dimensions propres du tablier; car ce vide constitue l'objet d'utilité du pont mobile;

4° Les pièces de la manœuvre et du contre-poids doivent s'élever le moins qu'il est possible; cette surélévation, outre qu'elle diminue parfois la stabilité des montants du passage, outre qu'elle est gênante et coûteuse en général, offre encore, dans les ouvrages de fortification, cet inconvénient, fort grave, que les pièces sont plus en prise aux vues et aux coups de l'ennemi, et ne peuvent être couvertes facilement par les ouvrages avancés;

5° Les pièces dont il s'agit doivent également s'abaisser le moins qu'il est possible au-dessous du sol naturel, surtout au-dessous du niveau des eaux qui sont dans le canal ou le fossé : il faut tout au moins que les parties descendantes puissent être enfermées dans des puits étroits, peu profonds, qui soient parfaitement à l'abri des filtrations et ne puissent, en aucune manière, nuire à la stabilité des maçonneries du passage et à la sûreté de la place.

(Poncelet, *Traité de Mécanique appliquée aux machines*. Liège, 1845, pages 653 et suivantes.)

Nous croyons avoir satisfait à toutes ces exigences, et nous soumettons notre projet à la sanction de l'expérience et de la pratique. Tout en respectant le principe primitif, elles y apporteront ces modifications de détail que seules, elles peuvent introduire, et que la théorie pure est impuissante à prévoir.

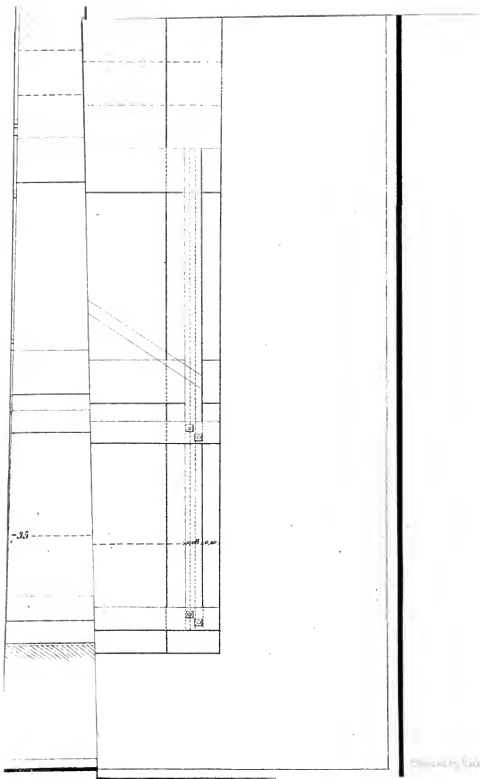
Le Lieutenant du Génie,

O. ROUSSEAU.

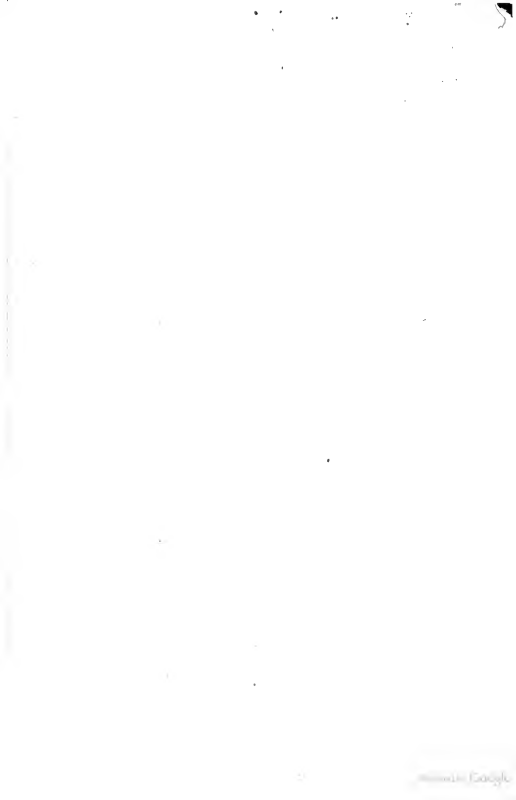
Anvers, le 1^{er} juillet 1864.

SBN 679891









N.
C.

NAZ
B.
Misc
3
BIBLIOTECA